３．14　作業中の漏洩監視

3.14.1　スモークテスターによる漏洩監視

スモークテスターを使用した漏洩の監視は、隔離空間の内部の負圧下での空気の流れや適切な隔離養生が行われていることや、集じん･排気装置の排気用ダクトの接続部分についての気流の漏れについて確認するとともに、鉄骨造の場合には様々な隙間があり得るので、隔離された作業場内全体が負圧になっていたとしても局所的に空気が漏洩している可能性があるため、集じん･排気装置稼働後、入り隅部を重点に作業場内からの空気漏洩の有無を確認する。（**図 3. 120** 参照）

また、作業中に定期的にセキュリティーゾーンの入口の気流方向を確認することが重要である。使用するスモークテスターは白煙量が多いもので、集じん･排気装置への腐食の影響がないものが望ましい。

図 3. 120　セキュリティーゾーンの入口の気流方向の確認

3.14.2　セキュリティーゾーン出入り口の漏洩監視

セキュリティーゾーンの入口での漏洩監視は、次のいずれかの方法により行う 。

① セキュリティーゾーンの更衣室内に設置したマイクロマノメーター（精密微差圧計）が示す数値により、負圧が保持されているか否かを定期的に確認し、記録する。

② 隔離外部からスモークテスターや吹流し等により、更衣室入口の気流が除去作業室方向に流れているか否かを定期的に確認し、記録する。（**図 3. 121～図 3. 123** 参照）

図 3. 121　スモークテスターによる確認

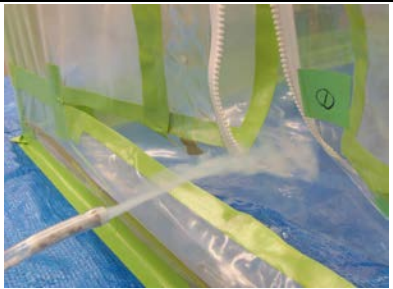
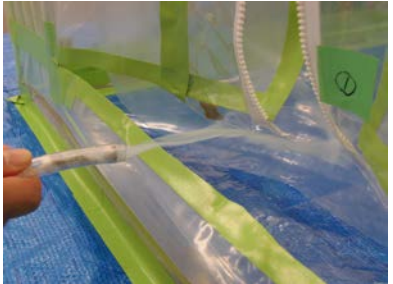
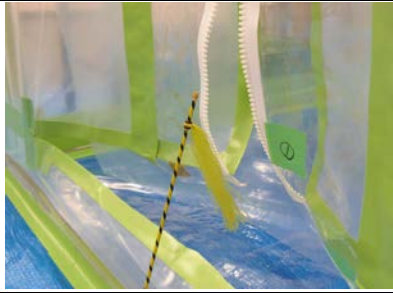
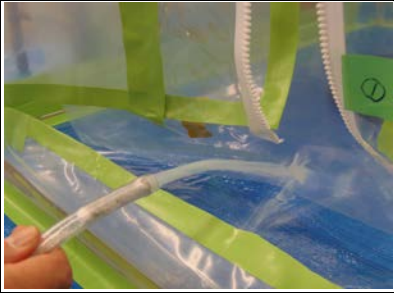



図 3. 122　吹流しによる確認

作業場の差圧とセキュリティゾーン入口の風向(1)

吹流しの状況	スモークテスターの状況	セキュリティゾーン入口の風速 (m/s)	差圧 (Pa)		
			更衣室	前 室	作業室内
		— (排気OFF)	-0.3	-0.3	-0.2
		0.33	-0.6	-1.0	-1.0

作業場の差圧とセキュリティゾーン入口の風向(2)

吹流しの状況	スモークテスターの状況	セキュリティゾーン入口の風速 (m/s)	差圧 (Pa)		
			更衣室	前 室	作業室内
		0.51	-1.0	-1.8	-2.0
		0.54	-1.0	-2.4	-3.0

作業場の差圧とセキュリティゾーン入口の風向(3)

吹流しの状況	スモークテスターの状況	セキュリティゾーン入口の風速(m/s)	差圧 (Pa)		
			更衣室	前 室	作業室内
		0.64	-1.2	-3.1	-4.0
		0.82	-1.8	-4.0	-5.0

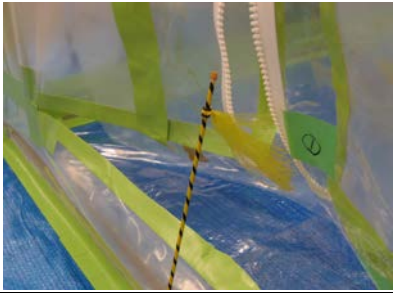
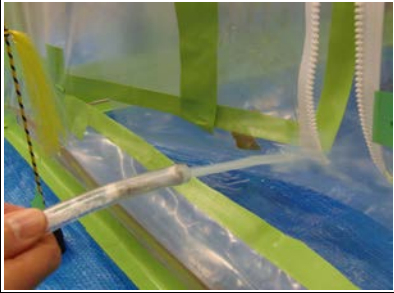
作業場の差圧とセキュリティゾーン入口の風向(4)

吹流しの状況	スモークテスターの状況	セキュリティゾーン入口の風速(m/s)	差圧 (Pa)		
			更衣室	前 室	作業室内
		1.34	-2.9	-5.1	-6.0

図 3. 123 作業場の差圧とセキュリティーゾーン入口の風向との関係例

3.14.3 集じん･排気装置の排気口での漏洩監視

3.8.5 の集じん･排気装置の設置時の点検で、使用可能と判断された集じん･排気装置の作業中の排気口での漏洩監視は、3.8.5 と同様の位置で、ダクト内の排気を直接又は導電性のシリコンチューブ配管等により、パーティクルカウンター、粉じん相対濃度計（デジタル粉じん計）、繊維状粒子自動計測器（リアルタイムファイバーモニター）のいずれかの計測器に連結し、粉じん濃度の状況を確認して行う。（**図 3. 124**, **図 3. 126**, **図 3. 127** 参照）

排気口が高層部の窓等に設置されている場合は、ビニールダクトの排気口の先端から 60cm 程度上流側までアルミ製のダクトを重ね、先端から 40cm 程度の位置に、排気風速を考慮して設置した測定用等速吸引ノズルを設置し、ダクト内の排気を導電性シリコンチューブ配管により、パーティクルカウンター、粉じん相対濃度計（デジタル粉じん計）、繊維状粒子自動計測器（リアルタイムファイバーモニター）のいずれかの計測器に連結して測定することが望ましい。（**図 3. 125** 参照）

【集じん・排気装置の作業中の具体的な漏洩監視方法】

① 3.8.5 の集じん・排気装置の設置時の点検で、使用可能と判断された集じん・排気装置を稼働した後、作業開始前に粉じん濃度測定を開始し、10 分程度経過して粉じん相対濃度計（デジタル粉じん計）やパーティクルカウンター、繊維状粒子自動計測器（リアルタイムファイバーモニター）が示した安定した状態の濃度を基準とする。

② 警報音や警告表示、警告灯の点灯可能な計測機器を使用する場合は、①の濃度を基準値として設定する。

③ 作業開始直後にパーティクルカウンター、粉じん相対濃度計（デジタル粉じん計）、繊維状粒子自動計測器（リアルタイムファイバーモニター）のいずれかの計測器で 10 分間継続して濃度を測定し、①の濃度に対して濃度の上昇が見られないかを確認する。その後、作業終了までの間に定期的に確認を行う。

④ 測定された粉じん濃度や総繊維数濃度が①の濃度に対して濃度の上昇が見られた場合や、警報音や警告表示、警告灯の点灯があった場合は、集じん・排気装置及び排気系統に漏洩の可能性があると判断されるため、原則として当該除去等作業の石綿作業主任者あるいは現場責任者が測定値を確認した後、作業を一旦停止し、直ちに漏洩箇所の確認を行うこと。（当該測定が外部の計測機関で実施されている場合は、計測者は直ちに当該除去等作業の石綿作業主任者あるいは現場責任者にその旨連絡すること。）

⑤ 漏洩箇所が特定され、漏洩箇所の対策が実施された後、パーティクルカウンターや粉じん相対濃度計（デジタル粉じん計）、繊維状粒子自動計測器（リアルタイムファイバーモニター）のいずれかの計測器で測定し、漏洩が認められないことを確認後、除去作業を再開する。

⑥ 作業中の漏洩監視は、石綿除去作業開始から作業終了までの間、パーティクルカウンターや粉じん相対濃度計（デジタル粉じん計）、繊維状粒子自動計測器（リアルタイムファイバーモニター）を設置しておき、連続的に測定・監視することが望ましい。

図 3. 124 チューブ配管を使用した場合の排気ダクトの測定例

図 3. 125 等速吸引ノズルを使用した場合の排気ダクト内の測定例

図 3. 126　排気ダクト内の測定時に警告灯を設置した例

【参考】排気ダクト内からPCM法のサンプルを採取する必要がある場合は、B型フィルターホルダーを使用して、導電性のシリコンチューブをアルミダクト内に配管したサンプリング例

B 型ホルダー

図 3. 127　排気ダクト内からのPCM法サンプル採取例

3.14.4 漏洩監視用の機器の概要

(1) パーティクルカウンター

パーティクルカウンターは、空気中にある埃や微粒子などを計数する計測器である（**図 3. 128**）。微粒子からの光の散乱の強さを測り、その粒子の大きさに比例した光強度を電気信号として取り出すことで測定を行う。

主な使用用途は、半導体のクリーンルームや製薬工場、食品工場並びに病院の手術室等の汚染源を特定するための機器として使用されている。一般的に濃度範囲は 0～7,000 万個／m^3 までである。クリーンルーム内の清浄度指標は ISO14644-1 で定められており、0.1μm の 1m^3 当たりの個数を基準とし、ISO クラス 1~ ISO クラス 9 で分類される。半導体工場は ISO1~ ISO3 に該当し、粒径を 0.3μm とした場合、1020 個/m^3 以下(ISO クラス 4)になるように管理されている。また、管理粒径を 0.5μm とした場合、352 個/m^3 以下(ISO クラス 4)になるように管理されている。

この方法で、集じん･排気装置の排気口内部の測定場所で簡易に粒子数を確認することができる。集じん･排気装置のHEPAフィルタを通過した排気中には粉じん粒子が殆ど含まれないが、フィルタの破損や、集じん･排気装置本体のビス等の緩み、歪みによる隙間、HEPAフィルタと本体の間のパッキンの劣化等による漏洩があった場合には粉じん粒子数が増加し、短時間で漏洩の有無の判断が可能であり、異常が確認された場合には、速やかに現場へ情報をフィードバックすることにより作業を中断し、原因を確かめ、補修し、飛散拡大を防ぐことが出来る。

測定は作業中に定期的に実施するが、リアルタイム連続監視測定を行うことが望ましい。

なお、本編 3.8.5 の図 3.75 のパーティクルカウンターによる粉じん計の減衰状況で、集じん･排気装置を稼働後に示した数値は、0.3μm 1,500 個/m^3 程度であることから製薬関係工場の製造ラインの環境(0.5μm 粒子 3,520 個/m^3 以下)と同等またはそれ以上の清浄度である。

具体的な操作方法、点検等については、パーティクルカウンターの取扱説明書に基づき行うと伴に、定期的にメーカーで較正を受けた機器を使用することが望ましい。

図 3. 128 パーティクルカウンターの例

(2) 粉じん相対濃度計（デジタル粉じん計）

粉じん相対濃度計は繊維状粒子のみを計測する機器ではないが、「繊維状粒子」と「非繊維状粒子」が空気中に存在する場合、「繊維状粒子」を「非繊維状粒子」としてカウントする。例えば集じん･排気装置の排気口の漏洩を監視する場合、もし漏洩がある場合は「繊維状粒子」と「非繊維状粒子」の両方が漏洩すると考えられるため、解体現場の影響がない場所より多くカウントした場合は漏洩があると判断できる。また、集じん･排気装置の排気口の内部で計測した場合は、作業開始前に確認した粉じんカウント数に対して、粉じんカウント数が増加した場合には、集じん･排気装置から漏洩を的確に把握することが可能である。

異常が確認された場合には、速やかに現場へ情報をフィードバックすることにより作業を中断し、原因を確かめ、補修し、飛散拡大を防ぐことができる。

粉じん相対濃度計の概観と構造図の例を**図 3. 129**、**図 3. 130** にそれぞれ示す。なお、集じん･排気装置の排気口の内部で計測する場合には、吸引ポンプ内蔵の粉じん相対濃度計を使用する。

測定は作業中に定期的に実施するが、リアルタイム連続監視機能に設定して測定を行うことが望ましい。

具体的な操作方法、点検等については、粉じん相対濃度計の取扱説明書に基づき行うと伴に、労働安全衛生法及びこれに基づく命令に係る登録及び指定に関する省令第 19 条の 24 の 4 により登録を受けた者による較正を定期的に受けた機器を使用することが望ましい。

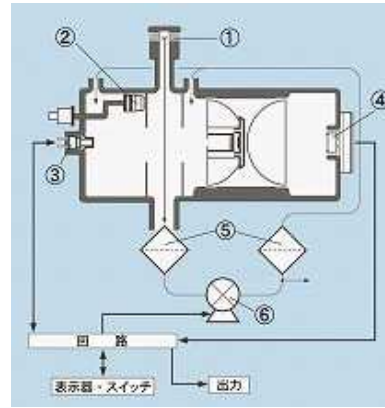
図 3. 129 吸引ポンプ内蔵の粉じん相対濃度計の例

①採気口 ②散乱板 ③発光部
④受光部 ⑤フィルタ ⑥吸引ポンプ

図 3. 130 粉じん相対濃度計の構造の例

(3) 繊維状粒子自動計測器（リアルタイムファイバーモニター）

繊維状粒子自動計測器は、位相差顕微鏡法（以下「PCM 法」という）とは基本的に異なる原理に基づく計測器であるが、現在市販されているいずれの計測機もその計測値は標準アスベスト繊維で較正されており、長さ５µm 以上、幅３µm 未満、アスペクト比３以上の総繊維数濃度をリアルタイム連続計測･記録が可能である。アスベスト除去作業場からのアスベストの漏洩監視のために実施されるセキュリティーゾーンの前と集じん･排気装置の排気口の出口付近での測定の場合、PCM 法による測定ではリアルタイムの対応が不可能であるが、繊維状粒子自動計測器による測定では瞬時に漏洩を感知することが可能であり、設定した管理目標を超えた場合には警報音や警告表示による把握が容易に行え、アスベスト除去作業場の漏洩監視に適した方法である。

集じん･排気装置の排気口の内部で計測した場合は、作業開始前の粉じんのカウント数に対して、粉じんのカウント数が増加した場合には、集じん･排気装置からの漏洩を的確に把握することが可能であり、異常が確認された場合には、速やかに現場へ情報をフィードバックすることにより作業を中断し、原因を確かめ、補修し、飛散拡大を防ぐことが出来る。

測定は作業中に定期的に実施するが、リアルタイム連続監視測定を行うことが望ましい。

現在、我が国で市販されている繊維状粒子自動計測器の外観を**図 3. 131** に示す。具体的な操作方法、点検等については、各繊維状粒子自動計測器の取扱説明書に基づき行うと伴に、メーカーで定期的に較正を受けた機器を使用することが望ましい。

図 3. 131 繊維状粒子自動計測器の例